

Implementasi Metode Sugeno untuk Sistem Monitoring Sirkulasi Air Tanaman Hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*)

Cindy Mawar Kasih¹, Winarno Sugeng²

¹ Program Studi Informatika Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : cindymawark07@mhs.itenas.ac.id

Received DD MM YYYY | *Revised* DD MM YYYY | *Accepted* DD MM YYYY

ABSTRAK

Tidak sedikit masyarakat yang memilih media tanam dengan hidroponik karena penggunaannya tanpa menggunakan media tanah. Sistem DFT tepat digunakan karena untuk mempertahankan suhu air yang sesuai dibutuhkan air yang menggenang. Suhu merupakan salah satu parameter yang berpengaruh pada tanaman hidroponik, dalam membuat sistem monitoring sirkulasi air menggunakan sensor DHT11, nodemcu ESP8266 dan perangkat elektronik lainnya. Metode sugeno diimplementasikan untuk mendapat nilai durasi sirkulasi air. Dari hasil pra pengujian masing-masing sample kondisi suhu panas dan dingin adalah 20 data terdiri dari durasi *realtime*, diujikan pada program fuzzy sugeno pada suhu panas terdapat 14 data memiliki durasi sesuai dan 6 data memiliki durasi tidak sesuai dengan mendapat nilai 70% dan pada suhu dingin terdapat 15 data memiliki durasi sesuai dan 5 data memiliki durasi tidak sesuai dengan mendapat nilai 75%. Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan, sistem berhasil melakukan monitoring hidroponik suhu tanaman selada serta pengendalian sirkulasi air melalui aplikasi bot telegram.

Kata kunci: *Hidroponik, Fuzzy Sugeno, Suhu, Sirkulasi Air, DFT.*

ABSTRACT

Not a few people who choose hydroponic planting media because planting without using soil media. The DFT system is appropriate to use because it maintains the air temperature in accordance with the needs of stagnant air. Temperature is one of the parameters that affect hydroponic plants, in making an air circulation monitoring system using a DHT11 sensor, nodemcu ESP8266 and other electronic devices. Sugeno method is implemented to get the value of air circulation. From the pre-test results, each sample of hot and cold temperature conditions is 20 data consisting of real time duration, tested on the fuzzy Sugeno program at hot temperatures there are 14 data having appropriate duration and 6 data having inappropriate duration with a value of 70% and at a temperature of 70% cold, there are 15 data that have a duration and 5 data that have a duration that does not match the value of 75%. From the results of the tests that have been carried out, the system has succeeded in monitoring the hydroponic temperature of the lettuce plant and controlling air circulation through the telegram bot application.

Keywords : *Hydroponics, Fuzzy Sugeno, Temperature, Water Circulation, DFT.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hidroponik merupakan budidaya pertanian tanpa menggunakan media tanah, sehingga hanya dijalankan dengan menggunakan air sebagai media pengganti tanah. Sehingga sistem bercocok tanam secara hidroponik dapat memanfaatkan lahan yang sempit. Pertanian dengan menggunakan sistem hidroponik tidak memerlukan lahan yang luas, dalam bisnis pertanian layak dipertimbangkan karena dapat dilakukan di pekarangan, rumah, atap rumah, maupun lahan lainnya, Beberapa kelebihan bertanam secara hidroponik dibandingkan penanaman dengan menggunakan media tanah adalah masalah hama dan penyakit dapat dikurangi, produk yang dihasilkan umumnya berkualitas lebih baik sehingga harga jualnya lebih tinggi (Hidayat dkk., 2020). Dengan hal tersebut tidak sedikit masyarakat yang memilih media tanam dengan hidroponik, untuk menghasilkan hasil yang baik dibutuhkan sistem hidroponik untuk mendukung keberhasilan tanaman yang terdapat beberapa metode penanaman yang dapat dipilih untuk digunakan.

Sistem hidroponik memiliki banyak metode namun metode yang banyak orang menggunakannya adalah Sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) dan sistem hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT), kedua sistem ini sebenarnya sama-sama punya kelebihan atau keunggulan masing-masing. Tetapi untuk sistem NFT lebih banyak digunakan hidroponik skala industri, sementara sistem DFT lebih cocok untuk skala kecil dan lahan sempit. Dan sistem DFT merupakan penyempurnaan dari sistem rakit apung dan NFT (Nasuti, 2019). Sistem Hidroponik *Deep Flow Technic* merupakan jenis hidroponik yang menerapkan aliran nutrisi secara kontinyu dan terdapat genangan setengah dari diameter pipa yang menggenangi akar tanaman. Penanaman dengan sistem DFT cocok untuk menanam yang sering berpergian karena jika listrik padam walaupun aliran air tidak mengalir maka tidak perlu khawatir karena masih ada air yang menggenang. Namun jika ingin menghasilkan hasil tanaman yang optimal tentu diperlukan pengawasan secara berkala yaitu dengan dilakukan sistem monitoring.

Sistem *monitoring* merupakan sistem yang didesain untuk bisa memberikan *feedback* ketika program sedang menjalankan fungsinya. *Feedback* dimaksudkan untuk memberikan informasi keadaan sistem pada saat itu (Siswanto & Faldana, 2014). Untuk membuat Sistem *monitoring* tanaman hidroponik ini dibutuhkan sensor dan perangkat elektronik lainnya agar berinteraksi satu sama lain dengan internet yang dinamakan dengan *internet of things* (IOT). Tanaman hidroponik ini dapat disebut dengan *Smart urban farming* yang masuk kedalam salah satu topik produk IOT yaitu *automatic hydroponic garden*, dalam sistem monitoring ini tentu ditentukan parameter apa saja yang berpengaruh pada tanaman hidroponik.

Parameter yang umumnya dikontrol pada hidroponik adalah pH air, kepekatan nutrisi, tinggi air, serta temperatur dan kelembaban udara (Ibadarrohman dkk., 2018). Membuat suatu *automatic hydroponic garden* diperlukan metode untuk melakukan proses pengambilan keputusan di dalam sistem yang akan dibuat. *Fuzzy Logic* merupakan metode yang berfungsi mereplikasi dan menjalankan pengetahuan manusia tentang cara mengontrol suatu sistem. Ada banyak keuntungan dari ketidakjelasan pada saat pengambilan sampel input, salah satunya adalah kemampuan untuk menangani sistem yang kompleks. *Fuzzy logic* dapat diterapkan pada berbagai sistem, dan tentunya lebih baik dibandingkan logika klasik (Laksono et al., 2016). *Fuzzy logic* membutuhkan suatu metode untuk memperoleh solusi *crisp*. Salah satu metode *fuzzy logic* adalah metode sugeno.

Fuzzy metode sugeno merupakan metode inferensi fuzzy untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk *IF – THEN*, dimana output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Model Sugeno menggunakan fungsi

keanggotaan Singleton yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai crisp tunggal dan 0 pada nilai crisp yang lain (Prasetyo, Nurhasan, & Lazuard, 2018), sehingga untuk penerapan metode sugeno dapat diterapkan pada suatu sistem yang membutuhkan keputusan.

1.2. Rumusan Masalah

Perlu perhatian khusus bagi unsur tumbuh tanaman hidroponik agar menghasilkan tanaman yang bagus dan sehat. Unsur tumbuh tanaman hidroponik berupa sirkulasi air, intensitas cahaya, suhu, kelembaban dan pH air. Seringkali para penggiat hidroponik mengalami kegagalan selama proses pertumbuhan tanaman, dikarenakan kurangnya penjagaan terhadap unsur tumbuh tanaman yang menyebabkan tanaman tersebut layu, mengalami perubahan warna daun tanaman menjadi kuning, hingga mati, untuk memudahkan mengetahui kondisi tanaman perlu dilakukan monitoring unsur-unsur tersebut secara berkala (Hasanuddin dkk., 2019). Berdasarkan identifikasi yang ada, maka muncul berbagai rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membangun sistem monitoring tanaman hidroponik untuk sirkulasi air dengan metode sugeno?
2. Bagaimana cara pengguna dapat berkomunikasi dengan sistem?
3. Bagaimana proses fuzzy sugeno menggunakan metode *weighted average* pada defuzzifikasi untuk memperoleh hasil solusi crisp (nilai pasti)?

1.3. Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah mengimplementasikan metode fuzzy sugeno pada sistem monitoring suhu untuk pengendalian sirkulasi air untuk tanaman hidroponik serta mengetahui akurasi penentuan hasil solusi *crisp* yang menggunakan fuzzy sugeno dengan metode *weighted average* pada defuzzifikasi.

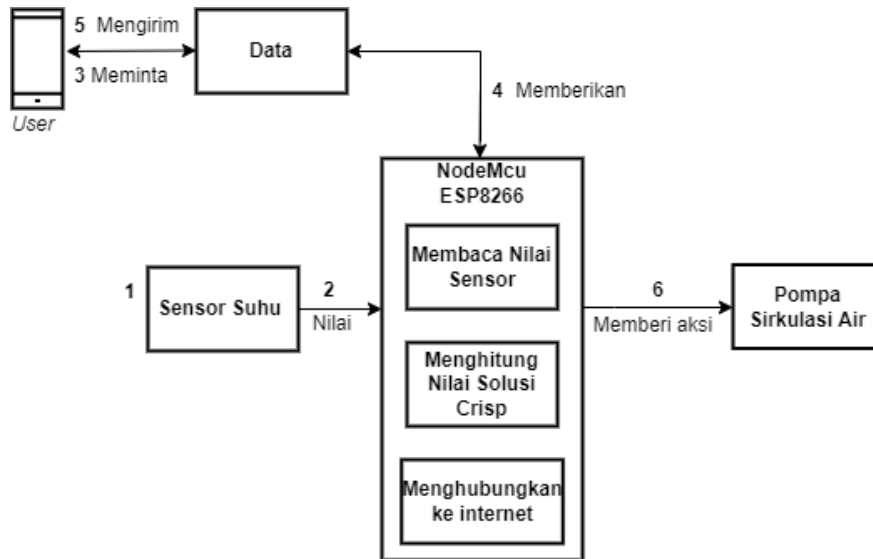
1.4. Ruang Lingkup

Dalam penelitian yang dilakukan, dibatasi dengan beberapa ruang lingkup yang dituliskan sebagai berikut:

1. Tanaman yang diuji adalah selada
2. Media komunikasi antara pengguna dengan sistem menggunakan *chatbot* aplikasi *chatting* Telegram.
3. *Chatbot* menggunakan Bahasa Indonesia pada proses komunikasi antara pengguna dengan sistem.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam melakukan perancangan sistem yang akan dikembangkan dapat menggunakan metode prototype. Metode ini cocok digunakan untuk mengembangkan sebuah perangkat yang akan dikembangkan kembali. Berikut merupakan prinsip kerja sistem berada pada Gambar 1



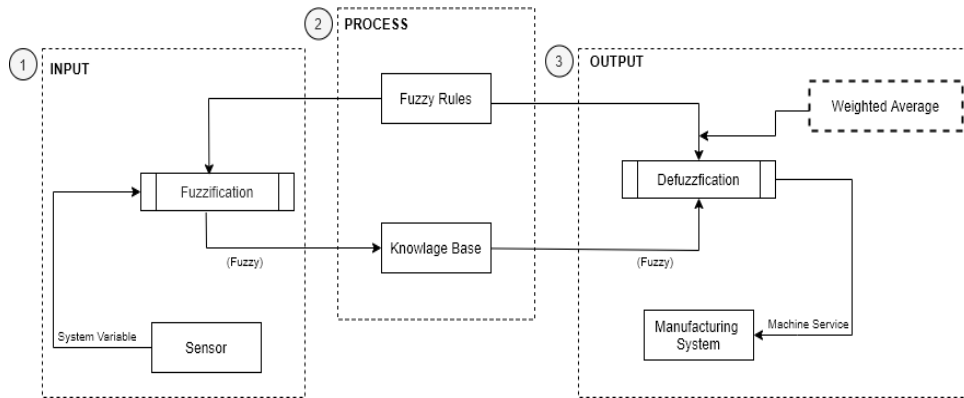
Gambar 1. Prinsip Kerja Sistem

Pada Gambar 1 ditunjukkan prinsip kerja sistem. Selanjutnya dijelaskan mengenai prinsip kerja sistem pada gambar 1 berdasarkan urutan nomor gambar:

1. Terdapat Sensor DHT11 sebagai sensor suhu tanaman hidroponik. Sensor tersebut memberikan nilai berdasarkan kondisi tanaman hidroponik. Selanjutnya sensor mengirimkan data nilai ke NodeMcu yang sudah terhubung dan terdiri dari ESP8266.
2. NodeMcu membaca dan menyimpan nilai dari sensor. Nilai disimpan dalam suatu variabel. Selanjutnya NodeMcu menghitung nilai yang terdapat pada variabel suhu menggunakan metode sugeno. Pada proses defuzzifikasi digunakan metode *weighted average* untuk mencari solusi crisp berupa output durasi. Input untuk proses perhitungan ini merupakan nilai yang berasal dari pembacaan oleh sensor. Output dari perhitungan ini merupakan solusi crisp. Nilai solusi crisp berfungsi sebagai acuan untuk mengontrol durasi pompa sirkulasi air.
3. Pengguna mengirimkan pesan melalui aplikasi chat telegram pada smartphone. Pesan ini sebagai suatu media komunikasi antar pengguna dengan sistem. Pengguna meminta data berupa informasi pada NodeMcu mengenai kondisi tanaman hidroponik.
4. NodeMcu yang terdiri dari ESP8266 memberikan data berupa informasi kepada *smartphone* melalui pesan *chatbot* telegram.
5. Setelah *smartphone* atau *user* menerima data informasi mengenai suhu kemudian user memilih monitoring maka sistem akan memberikan kesimpulan aksi apa yang harus dilakukan.
6. NodeMcu memeriksa pesan yang dikirimkan oleh *user* melalui chatbot telegram. Jika pesan dikenali oleh NodeMcu, maka NodeMcu melakukan aksi sesuai dengan perintah yang terdapat pada pesan. NodeMcu dapat melakukan aksi untuk menghidupkan atau mematikan pompa sirkulasi air.

2.1. Blok Diagram Sistem

Blok Diagram akan mempresentasikan gambaran sistem pengontrol sirkulasi air tanaman hidroponik menggunakan NodeMcu yang terdiri dari ESP8266 dengan menampilkan garis besar gambaran sistem aplikasi yang dibuat dengan mengimplementasikan metode sugeno. Mulai dari masukan sampai dengan hasil keluaran sistem. Blok diagram tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.



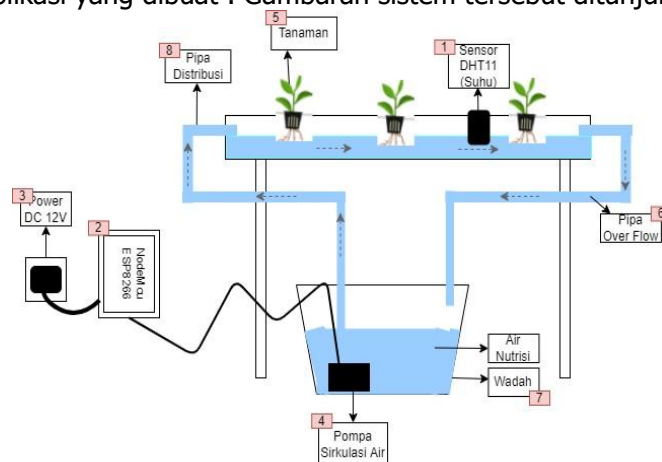
Gambar 2. Blok Diagram

Pada Gambar 2 merupakan Blok Diagram sistem pada pengontrol sirkulasi air tanaman hidroponik menggunakan NodeMcu yang terhubung dan terdiri dari ESP8266. Terdapat tiga boudering yang terdiri dari input, process dan output, untuk selanjutnya dijelaskan mengenai skema perangkat yang saling terhubung pada sistem. Penjelasan berikut ini dibuat berdasarkan boudering dan nomor pada Gambar 2 sebagai berikut :

1. *Input* berupa pembacaan nilai suhu tanaman hidroponik dari sensor selanjutnya diubah menjadi himpunan nilai fuzzy. Nilai hasil pembacaan oleh sensor digunakan untuk data uji pada sistem.
2. Proses terdiri dari pengklasifikasian nilai himpunan fuzzy yang diperoleh. Pengklasifikasian ini dilakukan berdasarkan data yang sudah diatur sebelumnya di dalam mesin atau sistem berdasarkan literatur pada beberapa referensi Pustaka yang digunakan pada penelitian ini.
3. Output terdiri dari proses perhitungan nilai solusi crisp. Hasil dari perhitungan tersebut akan digunakan sebagai kesimpulan akhir dari proses fuzzy logic dengan metode sugeno yang berfungsi sebagai pengontrol durasi menyala sirkulasi air.

2.2. Gambaran Umum Sistem Hidroponik

Gambaran umum sistem akan mempresentasikan bagaimana penempatan *hardware* dan gambaran dari sistem tanaman hidroponik yang terdiri atas pengontrol sirkulasi air tanaman hidroponik menggunakan NodeMcu yang terdiri dari ESP8266 dengan menampilkan garis besar komponen pada aplikasi yang dibuat . Gambaran sistem tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.



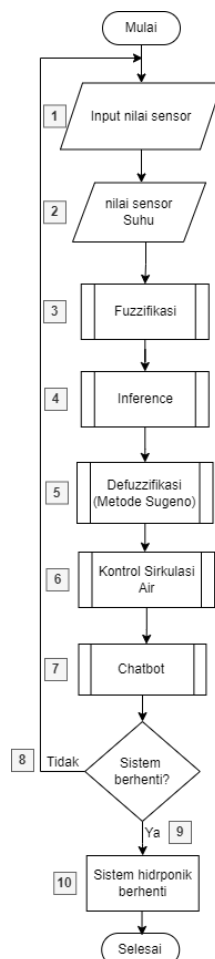
Gambar 3. Sistem dengan DFT

Pada gambar 3 yaitu gambaran sistem dengan fungsinya :

1. Sensor DHT11 berfungsi sebagai sensor suhu yang akan memberi nilai derajat suhu air hidroponik.
2. NodeMcu ESP8266 berfungsi sebagai mikrokontroler pada sistem dan nodeMcu ESP8266 berfungsi sebagai *wifi*.
3. Power DC 12V berfungsi untuk mengaliri arus listrik untuk komponen atau *hardware* dengan arus DC (arus searah).
4. Pompa sirkulasi air yang ada di dalam wadah penampung air berfungsi untuk mengalirkan air dan mengirim air untuk diteruskan atau dialirkan pada tanaman hidroponik.
5. Tanaman sebagai media tanam pada penelitian ini menggunakan tanaman selada.
6. Pipa Over flow berfungsi untuk mengalirkan air yang "kebetulan" memenuhi sebuah tangki atau bak air (reservoar) sehingga air itu tidak "luber" .
7. Wadah penampung berfungsi untuk menampung air nutrisi, cairan ph dan air untuk sirkulasi tanaman hidroponik.

2.3. Flowchart

Flowchart terbagi menjadi dua yaitu *flowchart* utama dan *flowchart* sub process. *Flowchart* utama merepresentasikan gambaran proses kerja yang akan dilalui oleh pengguna ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Utama

Penjelasan Gambar 4 mengenai alur kerja secara umum dituliskan sebagai poin-poin berikut:

1. Sistem berjalan dimulai dari proses pembacaan suhu air tanaman hidroponik dan ph air tanaman hidroponik. Sistem membaca nilai suhu melalui sensor DHT11.
2. Apabila nilai yang didapat adalah nilai dari sensor suhu maka akan masuk ke nomor 3 yaitu sub proses fuzzifikasi.
3. Nilai variabel yang didapat baik dari suhu akan diproses ke perhitungan fuzzifikasi.
4. Setelah masuk pada sub proses fuzzifikasi selanjutnya akan masuk pada sub proses inferensi
5. Setelah diproses pada sub proses fuzzifikasi dan inferensi selanjutnya masuk pada sub proses defuzzifikasi yaitu menggunakan metode sugeno.
6. Hasil defuzzifikasi berupa durasi dan menentukan nyala atau mati sirkulasi air.
7. *Chatbot* merupakan suatu kegiatan pada sistem yang memberikan komunikasi antar pengguna dengan sistem, yang akan menggunakan aplikasi telegram.
8. Apakah sistem akan diberhentikan? Jika ya maka sistem akan diberhentikan jika tidak maka sistem akan mengulang ke proses nomor 1.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pra Pengujian


Tahap ini merupakan tahap mengumpulkan informasi dengan menggunakan berbagai sumber referensi kemudian dilakukan pra pengujian yang bermaksud untuk mendapatkan fakta yang sesuai dengan informasi yang ada atau didapatkan, selanjutnya data yang didapat akan diimplementasikan dan dilakukan pengujian kembali.

3.2. Pra Pengujian Suhu



Pada penelitian yang dilakukan menggunakan tanaman sayur selada, pertumbuhan selada akan optimal pada kisaran suhu udara 25 °C sampai 28 °C (Angga Dwipa dkk., 2020) hanya sebagai acuan range suhu normal saja. Pra pengujian suhu dilakukan dengan cara penjagaan suhu, data waktu dan hasil pra-pengujian suhu akan dihasilkan nilai median dan rata-rata, berikut ini merupakan pencatatan hasil dari pra-pengujian suhu air pada tanaman selada yang dilakukan selama 2 hari dengan jangka waktu setiap pengecekan yaitu 1 jam, dimulai dari hari Jumat, 9 Juli 2021 sampai dengan hari minggu, 11 Juli 2021.

Tabel 1. Hasil Pra Pengujian Selada Suhu Panas

| No | Kondisi selada hari pertama | Kondisi selada hari ke dua |
|----|--|--------------------------------------|
| 1. | Suhu Air Panas Awal : 24,8 | Suhu Air Panas Akhir : 40,8 |
| | Tanggal : 09 Juli 2021 | Tanggal : 11 Juli 2021 |
| | Waktu : 21:00 | Waktu : 00:00 |
| | Tinggi selada : 14 cm Jumlah Daun : 6 | Tinggi selada : 7 cm Jumlah Daun : 1 |
| | Dari data yang ada setelah dilakukan proses mencari median dan dilakukan rata-rata perhari maka didapat range 27,0 – 45,9 jadi $27,0 \leq x \leq 45,9$ | |

|  |  |
|--|---|
| Kesimpulan Selada Suhu Panas | |
| <p>Selada yang disimpan pada suhu panas mendapat hasil yang tidak baik karena terdapat daun yang layu, kesegaran daun tidak seperti hari pertama adapun penyebab adalah adanya faktor lain yang mempengaruhi seperti ph air, pupuk AB mix serta oksigen pada selada karena selama 2 hari air diam tidak ada sirkulasi air serta suhu yang panas.</p> | |

Tabel 2. Hasil Akhir Pra Pengujian Selada Normal

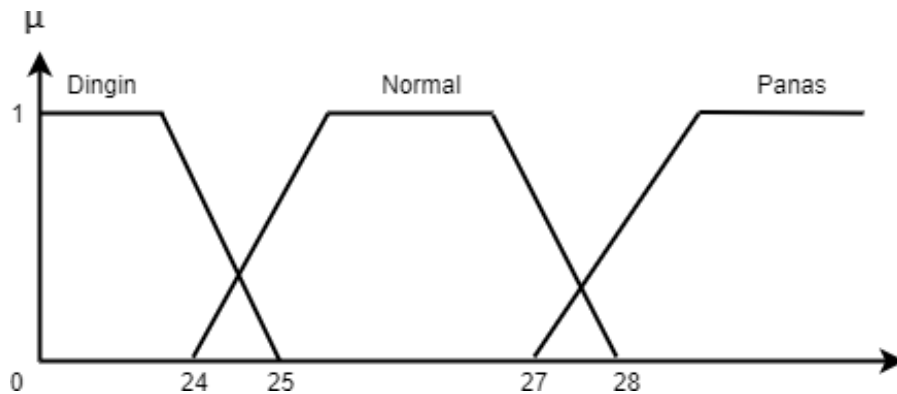
| No | Kondisi selada hari pertama | Kondisi selada hari ke dua |
|--|--|--|
| 2. | Suhu Air Normal Awal : 20,6 | Suhu Air Normal Akhir : 27,5 |
| | Tanggal : 9 Juli 2021 | Tanggal : 11 Juli 2021 |
| | Waktu : 21:00 | Waktu : 00:00 |
| | Tinggi selada : 11 cm Jumlah Daun : 5 | Tinggi selada : 10 cm Jumlah Daun : 5 |
| | <p>Dari data yang ada setelah dilakukan proses mencari median dan dilakukan rata-rata perhari maka didapat range 24,0 – 28,0 jadi $24,0 \leq x \leq 28,0$</p> | |
| |  |  |
| Kesimpulan Selada Suhu Normal | | |
| <p>Selada yang disimpan pada suhu normal mendapat hasil daun yang baik yaitu tidak layu namun memang kesegaran daun tidak seperti hari pertama adapun penyebab adalah adanya factor lain yang mempengaruhi seperti ph air, pupuk ABmix serta oksigen pada selada karena selama 2 hari air diam tidak ada sirkulasi air</p> | | |

Tabel 3 Hasil Pra Pengujian Akhir Selada Dingin

| No | Kondisi selada hari pertama | Kondisi selada hari ke dua |
|----|--|--------------------------------------|
| 3. | Suhu Awal Air Dingin: 20,6 | Suhu Air Dingin Akhir : 27,5 |
| | Tanggal : 09 Juli 2021 | Tanggal : 11 Juli 2021 |
| | Waktu : 21:00 | Waktu : 00:00 |
| | Tinggi selada : 12 cm Jumlah Daun : 6 | Tinggi selada : 8 cm Jumlah Daun : 6 |
| | <p>Dari data yang ada setelah dilakukan proses mencari median dan dilakukan rata-rata perhari maka didapat range 21,5 – 25,0 jadi $21,5 \leq x \leq 25,0$</p> | |

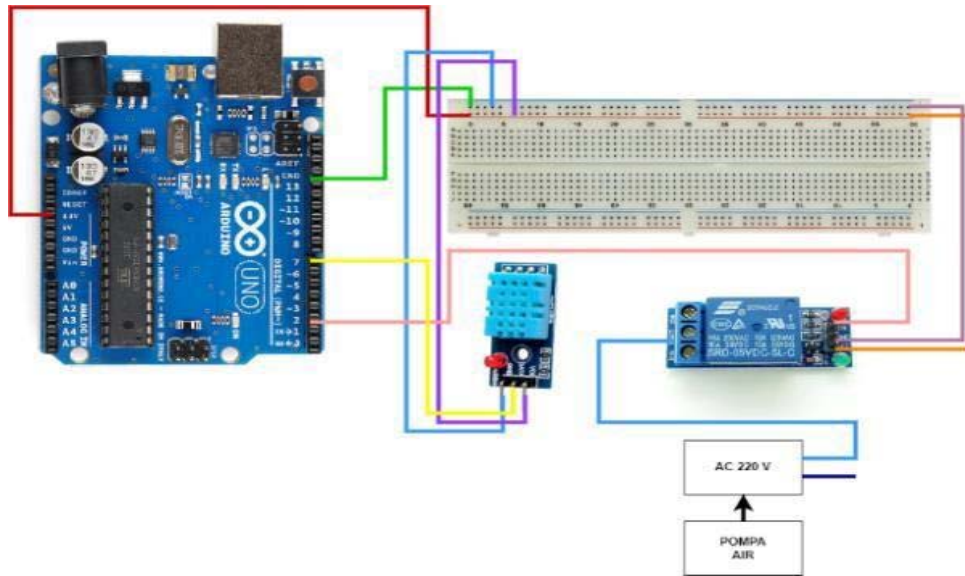
| | |
|---|--|
|  |  |
| Kesimpulan Selada Suhu Dingin | |
| <p>Selada yang disimpan pada suhu dingin mendapat hasil yang cukup baik karena masih terdapat daun yang layu kesegaran daun tidak seperti hari pertama dan daun menjadi renggang adapun penyebab adalah adanya faktor lain yang mempengaruhi seperti ph air, pupuk AB mix serta oksigen pada selada karena selama 2 hari air diam tidak ada sirkulasi air serta suhu yang dingin.</p> | |

Maka Kurva fungsi keanggotaan variabel dapat dilihat pada gambar 9.



3.3. Pra Pengujian Durasi Air

Dalam pra-pengujian ini dilakukan untuk mengetahui durasi pompa menyala untuk panas menuju normal dan dingin menuju normal agar mempertahankan kondisi air tetap normal dan mengetahui jumlah putaran air panas menuju normal dan dingin menuju normal. Menghitung pencatatan durasi pompa air menyala untuk 1 putaran sebanyak 10 kali untuk mendapatkan rata-rata durasi untuk 1 putaran air didadap rata-rata 70,2 detik. Membuat program untuk menentukan pompa menyala ketika dingin dan pompa menyala ketika panas hingga mendapatkan kondisi normal pompa air berhenti, data akan masuk secara *realtime* pada Microsoft Excel. Pada Gambar 10 merupakan rangkaian sistemnya.



Gambar 6. Rangkaian Suhu

Hasil dari pra-pengujian durasi air pada tanaman selada yang dilakukan selama 2 hari dengan, dimulai dari 23 Agustus 2021 sampai dengan 25 Agustus 2021. Dengan jumlah data 87013 dalam pra pengujian yang sudah dilakukan durasi sirkulasi air suhu panas menuju normal dibutuhkan 3 kali putaran sirkulasi air dengan durasinya adalah 170 detik, durasi sirkulasi air suhu dingin menuju normal dibutuhkan 5 kali putaran sirkulasi air dengan durasinya adalah 340 detik. Pada tabel 4 merupakan tabel untuk melakukan pengujian pada pra pengujian durasi suhu panas dan pada tabel 5 merupakan tabel untuk melakukan pengujian pada pra pengujian durasi suhu dingin.

Tabel 4. Pra Pengujian suhu panas

| Identifikasi | | | | |
|--|--|-------------------|--|--------------|
| Nama Butir Uji | Durasi menyala sirkulasi air suhu panas | | | |
| Tujuan | Mendapat durasi sirkulasi air berdasarkan input nilai suhu panas menggunakan metode fuzzy sugeno dengan menguji 20 sample data pada program. | | | |
| Kondisi Awal | Sistem memiliki 1 variabel dengan 3 himpunan fuzzy | | | |
| Kriteria Evaluasi Uji | | | | |
| Sistem dapat menghitung nilai suhu °C air tanaman hidroponik dan data dihitung menggunakan metode fuzzy sugeno | | | | |
| Kasus dan Hasil Uji | | | | |
| Masukan | Harapan | | Pengamatan | |
| Nilai suhu °C | 1. Sistem dapat menghitung nilai solusi crisp. 2. Sistem dapat menyimpan nilai solusi crisp ke dalam variabel. 3. Sistem dapat menentukan durasi sirkulasi air | | 1. Sistem dapat menghitung nilai solusi crisp. 2. Sistem dapat menyimpan nilai solusi crisp ke dalam variabel. 3. Sistem dapat menentukan durasi sirkulasi air | |
| No. | Suhu | Durasi (Realtime) | Durasi (Fuzzy Sugeno) | Hasil |
| 1. | 28 Celcius | 170 | 170 | Sesuai |
| 2. | 28 Celcius | 170 | 170 | Sesuai |
| 3. | 28 Celcius | 171 | 170 | Tidak Sesuai |

| | | | | |
|-----|------------|-----|-----|--------------|
| 4. | 28 Celcius | 169 | 170 | Tidak Sesuai |
| 5. | 29 Celcius | 170 | 170 | Sesuai |
| 6. | 28 Celcius | 170 | 170 | Sesuai |
| 7. | 28 Celcius | 170 | 170 | Sesuai |
| 8. | 28 Celcius | 170 | 170 | Sesuai |
| 9. | 28 Celcius | 170 | 170 | Sesuai |
| 10. | 28 Celcius | 171 | 170 | Tidak Sesuai |
| 11. | 28 Celcius | 170 | 170 | Sesuai |
| 12. | 29 Celcius | 170 | 170 | Sesuai |
| 13. | 28 Celcius | 170 | 170 | Sesuai |
| 14. | 28 Celcius | 110 | 170 | Tidak Sesuai |
| 15. | 28 Celcius | 170 | 170 | Sesuai |
| 16. | 29 Celcius | 170 | 170 | Sesuai |
| 17. | 30 Celcius | 110 | 170 | Tidak Sesuai |
| 18. | 28 Celcius | 166 | 170 | Tidak Sesuai |
| 19. | 28 Celcius | 170 | 170 | Sesuai |
| 20. | 28 Celcius | 170 | 170 | Sesuai |

Kesimpulan

Dari 20 data sample kondisi suhu panas yang diujikan pada program fuzzy sugeno terdapat 14 data yang memiliki durasi yang sesuai dan 6 data yang memiliki durasi tidak sesuai dengan mendapat nilai 70%

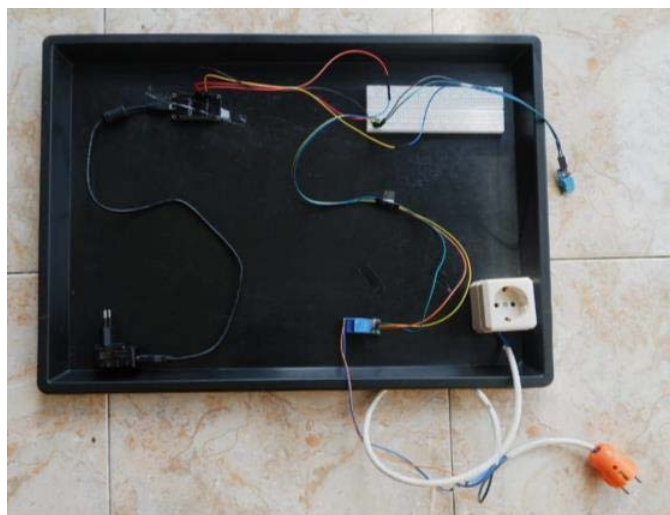
Tabel 5. pra pengujian suhu dingin

| Identifikasi | | | | |
|--|--|-------------------|--|--------------|
| Nama Butir Uji | Durasi menyala sirkulasi air suhu dingin | | | |
| Tujuan | Mendapat durasi sirkulasi air berdasarkan input nilai suhu dingin menggunakan metode fuzzy sugeno dengan menguji 20 sample data pada program. | | | |
| Kondisi Awal | Sistem memiliki 1 variabel dengan 3 himpunan fuzzy | | | |
| Kriteria Evaluasi Uji | | | | |
| Sistem dapat menghitung nilai suhu °C air tanaman hidroponik dan data dihitung menggunakan metode fuzzy sugeno | | | | |
| Kasus dan Hasil Uji | | | | |
| Masukan | Harapan | | Pengamatan Kesimpulan | |
| Nilai suhu °C | 1. Sistem dapat menghitung nilai solusi crisp. 2. Sistem dapat menyimpan nilai solusi crisp ke dalam variabel. 3. Sistem dapat menentukan durasi sirkulasi air | | 1. Sistem dapat menghitung nilai solusi crisp. 2. Sistem dapat menyimpan nilai solusi crisp ke dalam variabel. 3. Sistem dapat menentukan durasi sirkulasi air | |
| No. | Suhu | Durasi (Realtime) | Durasi (Fuzzy Sugeno) | Kesimpulan |
| 1. | 24 Celcius | 342 | 340 | Tidak Sesuai |
| 2. | 22 Celcius | 343 | 340 | Tidak Sesuai |
| 3. | 24 Celcius | 340 | 340 | Sesuai |
| 4. | 24 Celcius | 340 | 340 | Sesuai |
| 5. | 24 Celcius | 340 | 340 | Sesuai |
| 6. | 24 Celcius | 340 | 340 | Sesuai |

| | | | | |
|--|------------|-----|-----|--------------|
| 7. | 23 Celcius | 280 | 340 | Tidak Sesuai |
| 8. | 24 Celcius | 340 | 340 | Sesuai |
| 9. | 24 Celcius | 340 | 340 | Sesuai |
| 10. | 22 Celcius | 340 | 340 | Sesuai |
| 11. | 24 Celcius | 340 | 340 | Sesuai |
| 12. | 23 Celcius | 340 | 340 | Sesuai |
| 13. | 22 Celcius | 170 | 340 | Tidak Sesuai |
| 14. | 24 Celcius | 340 | 340 | Sesuai |
| 15. | 24 Celcius | 340 | 340 | Sesuai |
| 16. | 23 Celcius | 340 | 340 | Sesuai |
| 17. | 24 Celcius | 340 | 340 | Sesuai |
| 18. | 24 Celcius | 341 | 340 | Tidak Sesuai |
| 19. | 24 Celcius | 340 | 340 | Sesuai |
| 20. | 23 Celcius | 340 | 340 | Sesuai |
| Kesimpulan | | | | |
| Dari 20 data sampel kondisi suhu dingin yang diujikan pada program fuzzy sugeno terdapat 15 data yang memiliki durasi yang sesuai dan 5 data yang memiliki durasi tidak sesuai dengan mendapat nilai 75% | | | | |

3.4. Perakitan Perangkat Keras

Loyang atau cetakan yang digunakan untuk merakit suatu prototype terbuat dari plastik yang akan ditutup akrilik transparan dengan ukuran 60cm x 40cm. Disiapkan beberapa titik pada kotak tersebut yang berfungsi untuk menempatkan beberapa perangkat keras. Seperti NodeMCU, sensor DHT11, sensor suhu, relay 2CH. Kotak ini merupakan prototipe miniatur dari media tanam hidroponik yang dilengkapi dengan sensor dht11. Kotak tersebut ditunjukkan pada Gambar 7.

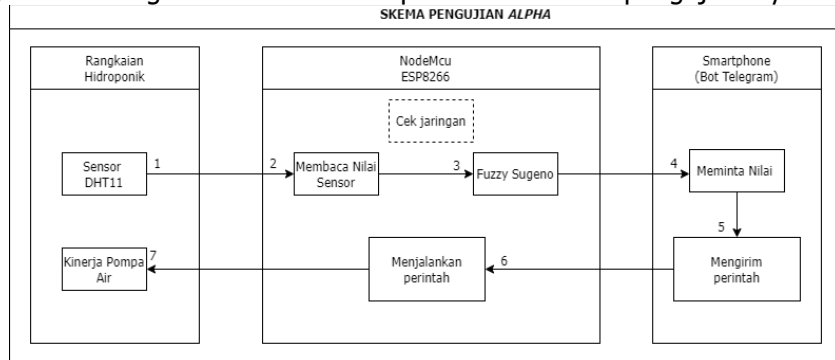


Gambar 7. Kotak Akrilik Prototype

3.5. Skema Pengujian Alpha

Pada penelitian yang dilakukan memiliki tahapan untuk membangun sistem. Dimulai dari tahapan perencanaan yang terdiri dari cara kerja hingga tujuan akhir sistem serta menyiapkan segala kebutuhan komponen untuk proses penelitian. Pada bagian ini menjelaskan bagaimana hasil yang didapatkan setelah melakukan pembangunan sistem sehingga dari hasil yang didapatkan dilakukan pengujian fungsional sistem yang merepresentasikan sebuah analisis

mengenai sistem yang sudah dibangun. Pengujian yang dilakukan menggunakan pengujian *alpha* dimana pengembang melakukan pengujian mengenai fungsionalitas yang terdapat pada sistem yang telah dibangun. Gambar 8 merupakan skema dari pengujian *alpha*.



Gambar 8. Skema pengujian Alpha

Pada Gambar 8 merupakan gambaran dari tahapan untuk melakukan pengujian alpha pada sistem yang telah dibangun. Dalam skema yang ada dilakukan pengujian setiap fungsi dan kegiatan yang berjalan pada setiap objek yang ada pada sistem. Pada setiap tahapan uji menghasilkan hasil sebagai bahan Analisa dalam pembangunan sistem.

3.6. Hasil Pengujian Alpha

Berdasarkan skema pengujian *alpha* pada tabel 6 dari setiap kegiatan yang ada pada objek proses pengujian dilakukan secara bertahap dari satu kegiatan menuju kegiatan lainnya. Sehingga dari hasil yang diperoleh dapat direpresentasikan dalam sebuah bentuk tabel uji kegiatan. Berikut merupakan tabel hasil dari setiap uji kegiatan yang dilakukan oleh objek:

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor DHT11

| Pengujian | | Kondisi Awal | Input | Proses | Kondisi Akhir |
|-----------------|--------------------|-------------------------------|--|--|------------------------------------|
| Objek Pengujian | Kegiatan Pengujian | | | | |
| Nodemcu Esp8266 | Sensor DHT11 | Sensor DHT11 Belum terkoneksi | Sensor DHT11 terkoneksi dengan nodemcu esp8266 | Menghubungkan nodemcu esp8266 pada power | Sensor DHT11 dapat mendeteksi suhu |

Pengujian yang dilakukan selanjutnya yaitu pengujian membaca nilai sensor. Hasil pengujian dapat dilihat dalam rincian tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Membaca Nilai Sensor

| Pengujian | | Kondisi Awal | Input | Proses | Kondisi Akhir |
|-----------------|----------------------|---|--|--|--|
| Objek Pengujian | Kegiatan Pengujian | | | | |
| NodeMcu ESP8266 | Membaca nilai sensor | Sensor DHT11 belum mendapatkan nilai suhu | Sensor DHT11 terkoneksi dengan nodemcu esp8266 | Sensor DHT22 membaca keadaan suhu hidroponik | Sesor DHT11 menghasilkan nilai suhu air hidroponik |

Pada tabel merupakan hasil pengujian dari membaca nilai sensor. Pengujian dilakukan dengan kondisi awal perangkat belum mendapatkan atau menghasilkan nilai suhu, namun setelah sensor dihubungkan pada nodemcu esp8266 dan perangkat sudah menghubungkan ke jaringan, hasil dari kondisi akhir yang didapat dari pengujian diatas adalah sensor berhasil menghasilkan dan menampilkan nilai suhu. Pengujian yang dilakukan selanjutnya yaitu pengujian perhitungan fuzzy sugeno. Hasil pengujian dapat dilihat dalam rincian tabel.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Fuzzy Sugeno

| Pengujian | | Kondisi Awal | Input | Proses | Kondisi Akhir |
|--------------------|-----------------------------|---|------------|--|--|
| Objek Pengujian | Kegiatan Pengujian | | | | |
| NodeMcu ESP8266 | Perhitungan fuzzy sugeno | Belum dilakukan proses perhitungan fuzzy sugeno | Nilai suhu | Perhitungan fuzzifikasi, inferensi dan defuzzifikasi | Sistem menghasilkan keputusan durasi menyala sirkulasi air |

Pada tabel merupakan hasil pengujian dari perhitungan fuzzy sugeno. Pengujian dilakukan dengan kondisi awal sistem belum melakukan proses perhitungan fuzzy sugeno dikarenakan belum melakukan pengiriman perintah monitoring. Namun ketika sistem sudah menerima perintah monitoring maka akan melakukan proses perhitungan fuzzy sugeno dimana dalam pengujian ini berdasarkan studi kasus input nilai suhu 24,2

°C sudah diujikan baik pada program maupun dihitung secara manual dengan hasil akhir yang sama yaitu hasil pompa menyala dengan durasi 272 detik.

Pengujian yang dilakukan selanjutnya yaitu pengujian meminta nilai untuk terhubung chat bot telegram. Hasil pengujian dapat dilihat dalam rincian tabel 9.



Tabel 9. Hasil Pengujian Meminta nilai

| Pengujian | | Kondisi Awal | Input | Proses | Kondisi Akhir |
|------------------------------|--------------------|---|------------|--|--|
| Objek Pengujian | Kegiatan Pengujian | | | | |
| Smartphone (bot telegram) | Meminta nilai | Nilai suhu dan hasil perhitungan fuzzy sugeno belum terkoneksi bot telegram | Nilai suhu | Mengambil data nilai suhu dan hasil perhitungan sugeno yang sudah diproses nodemcu | Sistem bot telegram memiliki nilai suhu dan hasil akhir durasi |

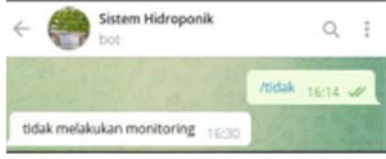

Pada tabel merupakan hasil pengujian dari pengguna meminta nilai suhu melalui smartphone bot telegram. Pengujian dilakukan dengan kondisi awal nilai sudah diproses namun bot telegram belum memiliki nilainya sehingga harus meminta nilai dan kondisi hasil akhirnya sistem bot telegram memiliki nilai suhu dan hasil akhir durasi namun untuk menampilkannya harus memasukan beberapa perintah. Pengujian yang dilakukan selanjutnya yaitu pengujian pengguna mengirim perintah melalui chat bot telegram. Hasil pengujian dapat dilihat dalam rincian tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian Menjalankan Perintah

| No | Perintah | Aksi | Hasil Implementasi | Kesimpulan |
|----|----------|------|--------------------|------------|
|----|----------|------|--------------------|------------|

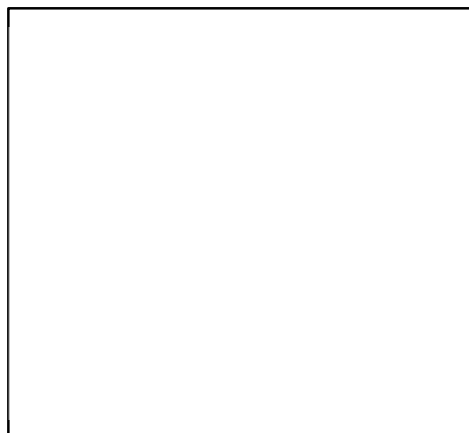
| | | | | |
|----|---------------|--|--|--------------|
| 1. | <i>/start</i> | Sistem akan memulai sistem hidroponik dengan memberikan pesan mengenai informasi perintah yang dapat digunakan |  | [√] Berhasil |
| 2. | <i>/suhu</i> | Sistem akan memberikan informasi mengenai kondisi suhu |  | [√] Berhasil |

Tabel 11. Lanjutan Hasil Pengujian Menjalankan Perintah

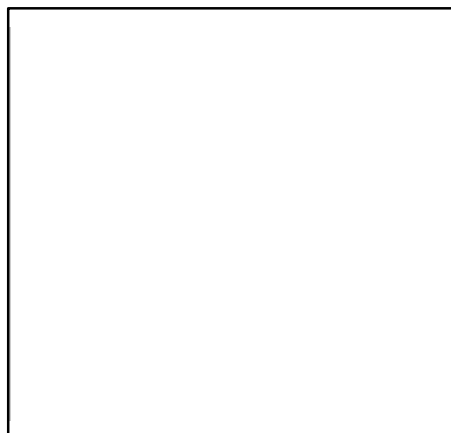
| No | Perintah | Aksi | Hasil Implementasi | Kesimpulan |
|----|--------------------|--|--|--------------|
| 3. | <i>/monitoring</i> | Sistem akan melakukan monitoring dengan memberikan informasi mengenai kondisi suhu , beserta kesimpulan aksi yang harus dilakukan dengan menggunakan metode fuzzy sugeno |  | [√] Berhasil |
| 4. | <i>/tidak</i> | Sistem tidak akan melakukan monitoring tanaman hidroponik |  | [√] Berhasil |

Pada tabel 10 dapat dilihat bahwa pengguna mengirim perintah kemudian sistem menjalankan perintah dan pompa air akan menyala sesuai dengan keputusan durasi setelah durasi pompa dijalankan sudah selesai sistem akan menampilkan kondisi suhu air setelah dilakukan sirkulasi air.

Dapat dilihat pada Gambar 10 merupakan tanaman selada yang sudah ditanam selama 20 hari tanpa menggunakan monitoring sirkulasi air sedangkan pada Gambar 9 merupakan tanaman selada yang dilanjutkan ditanam dengan 10 hari monitoring sirkulasi air dengan hasil tanaman tetap tumbuh bahkan mendapat hasil yang lebih baik daun tampak segar dan besar.



Gambar 9. Tanaman Selada 20 hari



Gambar 10. Tanaman Selada 30 hari

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan diantaranya yaitu:

- 1) Metode Fuzzy Sugeno dapat diimplementasikan pada sistem monitoring sirkulasi air tanaman hidroponik DFT (Deep Flow Technique), Dikarenakan nilai solusi craps berupa durasi menyala sirkulasi air mampu mengontrol penstabilan suhu air.
- 2) Dari 20 data sampel kondisi suhu panas yang terdiri dari durasi *realtime*, diujikan pada program fuzzy sugeno terdapat 14 data yang memiliki durasi yang sesuai dan 6 data yang memiliki durasi tidak sesuai dengan mendapat nilai 70% dan dari 20 data sampel kondisi suhu dingin yang terdiri dari durasi *realtime*, diujikan pada program fuzzy sugeno terdapat 15 data yang memiliki durasi yang sesuai dan 5 data yang memiliki durasi tidak sesuai dengan mendapat nilai 75%. Faktor yang mempengaruhi nilai tidak mencapai 100% adalah terkadang akurasi pembacaan nilai sensor yang kurang peka terhadap keadaan suhu hidroponik akibatnya durasi yang dihasilkan dapat terlalu cepat atau bahkan sebaliknya.
- 3) Setelah dilakukan pengujian alpha hasil menunjukkan bahwa sistem dapat membaca nilai suhu air hidroponik secara real time dan sistem dapat melakukan control sirkulasi air pada tanaman hidroponik DFT (Deep Flow Technique) secara real time.
- 4) Hasil penanaman selada dengan sistem monitoring sirkulasi air tanaman hidroponik DFT (Deep Flow Technique) mendapat hasil tanaman selada yang sehat dan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amini, A. (2016). *Proposing Two Defuzzification Methods based on Output Fuzzy Set Weights*. February, 1–12. <https://doi.org/10.5815/ijisa.2016.02.01>
- Annur, A. W. (2019). Penerapan Logika Fuzzy (Metode Sugeno) Untuk Aplikasi Mobile Monitoring Pencahayaan Rumah Menggunakan Arduino. *jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 3(1), 1–8.
- Doni, R., & Rahman, M. (2020). *Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Iot (Internet of Thing) Menggunakan Nodemcu ESP8266*. 4(September), 516–522.
- Hartarto, F. D. W. I. (2019). Rancang Bangun Monitoring Dan Kontrol Pertumbuhan Tanaman Pada Sistem Hidroponik Dft Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*, 20.
- Hasanuddin, R. S., Saputra, R. A., Informatika, J. T., Teknik, F., & Oleo, U. H. (2019). *Hidroponik Secara Real Time*. 5(1), 61–68.
- Hidayat, S., Satria, Y., & Laila, N. (2020). Penerapan Model Hidroponik Sebagai Upaya. *Jurnal Graha Pengabdian*, 2(2), 141–148.
- Prasetyo, A., Nurhasan, U., & Lazuardi, G. (2018). Implementasi Iot Pada Sistem Monitoring Dan Pengendali Sirkulasi Air Tanaman Hidroponik. *Jurnal Informatika Polinema*, 5(1), 31. <https://doi.org/10.33795/jip.v5i1.241>